

УДК 681.73.066

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ КРАСИТЕЛЕЙ И ПОВЕРХНОСТНО ОКРАШЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ЛИНЗ

Е.К. Пруненко

Статья посвящена исследованию спектральных свойств дисперсных красителей для поверхностного окрашивания полимерных очковых линз и линз, окрашенных этими красителями. Приведены спектральные характеристики красителей семи цветов и их показатели преломления при комнатной температуре и температуре окрашивания. Установлена связь между цветом красителя и цветом окрашенных линз с разной интенсивностью.

Ключевые слова: дисперсные красители, поверхностное окрашивание, спектральные характеристики, показатель преломления.

Введение

Современные тенденции развития технологий в очковой оптике позволяют окрашивать линзы в различные цвета и оттенки при использовании дисперсных красителей. Окрашивание очковых линз применяют для улучшения внешнего вида солнцезащитных очков как аксессуара и защиты от УФ излучения, для создания фильтров, устраняющих вредное излучение, в качестве терапевтической помощи больным глазными болезнями, для создания очковых линз со специфическими требованиями для различных видов спорта и в эстетических целях. В настоящее время для окрашивания полимерных линз применяют импортные красители различных фирм: BPI (USA), SHADES (USA), ACTION (Great Britain), OPTICSOL SUPER (Italy), CHEMCO (Great Britain) и

другие. Концентрат красителей выпускают как в жидких формах, так и в виде порошка. Для приготовления красильных растворов применяют дистиллированную или деионизированную воду в пропорциях 1:10 [1, 2]. Для получения различных оттенков используется комбинация трех основных цветов – красного, синего и желтого. Однако сами красители уже состоят из комбинации до 17 различных пигментов [2]. Это позволяет получить до 188 оттенков.

Окрашивание полимерных линз производят в водных дисперсиях органических красителей при повышенной температуре (70–96 °С). В основе окрашивания лежит процесс диффузии красителя в поверхностный слой линзы с адсорбцией полярных групп красителя на активных центрах полимера. По химической классификации применяемые красители относятся к азо-, диазо- и антрахиноновым красителям. В состав красильных композиций входят также различные диспергаторы, смачиватели, активаторы для обеспечения однородности и интенсификации процесса окраски. Равномерная адсорбция молекул красителя в поверхностном слое линз обеспечивает одинаковую оптическую плотность по всему диаметру и позволяет получать равномерно окрашенные линзы высоких рефракций [1].

Судить о равномерности окрашивания линзы можно после определения глубины проникновения пигментов красителя в поверхностный слой материала очковой линзы. Указывается, что мельчайшие розовые пигменты впитываются за секунды, а для синих понадобится несколько минут [2], равномерность распределения пигментов контролируется на глаз. В литературе описываются результаты поверхностного окрашивания некоторых очковых линз и приводятся спектральные характеристики линз до и после поверхностного окрашивания. Однако в доступных литературных источниках не указаны свойства красителей, такие как спектральная характеристика, коэффициент поглощения, показатель преломления, а также характеристики изменения этих параметров при нагревании растворов. Эти данные позволят еще до проведения окрашивания судить о предполагаемых спектральных характеристиках окрашиваемых очковых линз.

Исследование спектральных свойств красителей и окрашенных линз

Исследование свойств красителей для поверхностного окрашивания полимерных линз включает определение спектральных характеристик красителей, используемых для окрашивания в одном из оптических салонов Санкт-Петербурга, определение показателей преломления и изучение влияния температуры нагрева раствора красителей на показатель преломления.

Для исследования спектральных характеристик и показателя преломления были использованы следующие дисперсные красители: желтый, розовый и серый изготовителя Brain Power Incorporated (BPI), зеленый, оранжевый и синий от Coburn Optical International Incorporated и порошковый краситель коричневого цвета от Phantom Research Laboratories Incorporated. Красители разводились в дистиллированной воде в пропорции 1:10, как указано в инструкции по окрашиванию полимерных линз.

Определение спектральных характеристик выше указанных красителей проводилось на спектрофотометре Cary–500. При помощи спектрофотометра Cary–500 были получены спектральные характеристики коэффициента пропускания семи красителей, результаты которых приведены на рис. 1. Приведенные на рис. 1 спектральные характеристики позволяют судить о полосах поглощения красителей. На длине волны 560–570 нм наблюдается полоса поглощения для зеленого, серого и синего красителей, а на 900 нм – полоса поглощения для всех красителей, кроме зеленого. Полосы поглощения на длинах волн 1200, 1460 нм свойственны всем красителям, как и поглощение при длинах волн более 2300 нм.

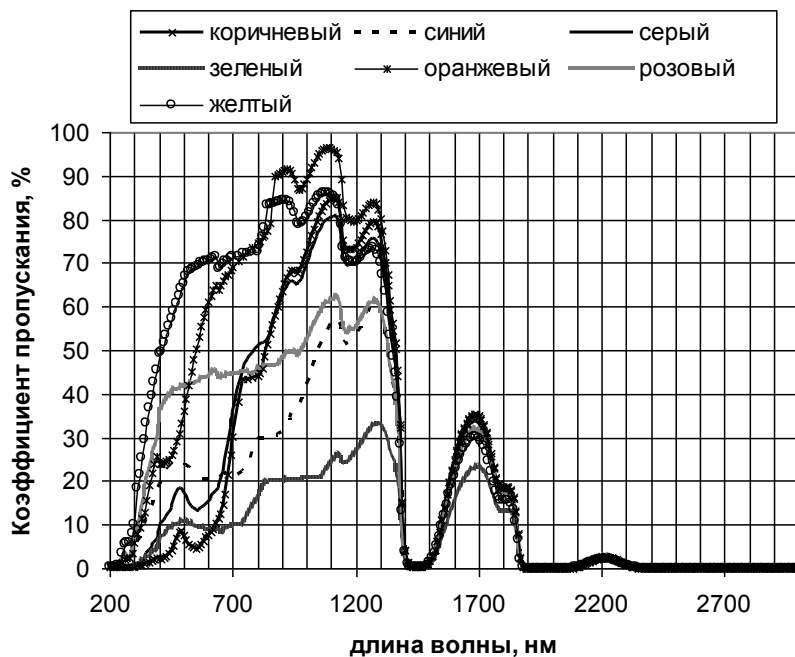


Рис. 1. Спектральные характеристики коэффициента пропускания красителей

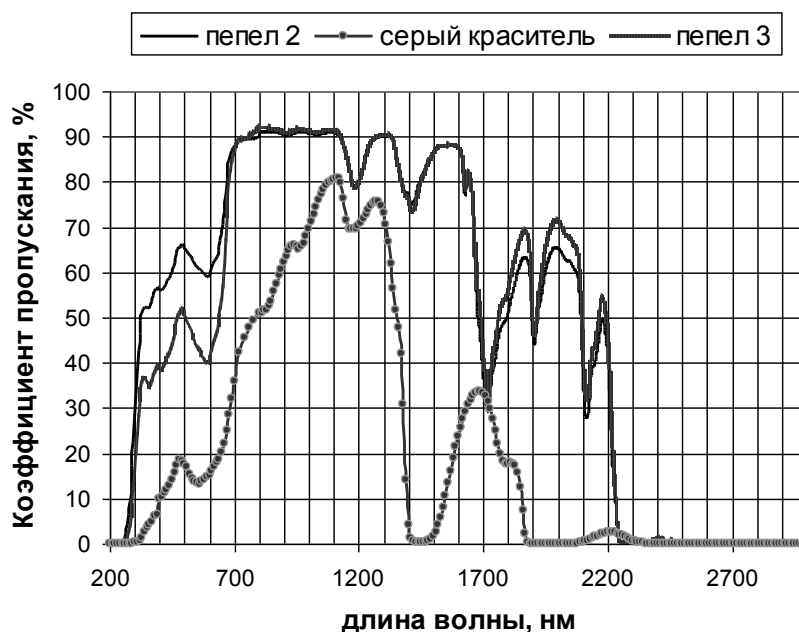


Рис. 2. Спектральная характеристика коэффициента пропускания серого красителя и окрашенных в серый цвет линз

Спектральная характеристика полимерной очковой линзы, окрашенной при помощи любого из красителей, будет повторять полосы поглощения красителя. На рис. 2 приведен пример спектральных характеристик линзы, окрашенной в серый цвет (пепел 2 с интенсивностью окрашивания 25 %, пепел 3 с интенсивностью окрашивания 50 %), и серого красителя. Как видно из рис. 2, спектральная характеристика линзы, окрашенной в серый цвет, повторяет спектральную характеристику полосы поглощения серого красителя соответственно. Полосы поглощения окрашенных серых линз с интенсивностью окраски 25 и 50 % (пепел 2, 3) в инфракрасной области спектра смещены относи-

тельно друг друга за счет расширения спектрального диапазона полимерного материала линзы. В видимой области спектра на длине волны 590 нм, а также при длине 1200 нм, полосы поглощения повторяют друг друга.

При нагревании растворов красителей происходит смещение спектральных характеристик коэффициента пропускания в ультрафиолетовую область спектра на 10–20 нм.

Измерение показателя преломления проводилось на рефрактометре ИРФ–454 БМ [3] и эллипсометре ЛЭФ–3М. При помощи рефрактометра ИРФ–454 БМ проводятся измерения показателя преломления красителей на длине волны 589,9 нм, а при помощи эллипсометра ЛЭФ–3М – на длине волны 632,8 нм. Приборы позволяют измерять показатель преломления с точностью до четвертого знака.

В таблице представлены результаты измерений показателя преломления для исследуемых растворов красителей при комнатной температуре и при 70°C.

краситель	Измерение на рефрактометре		Измерение на эллипсометре	
	показатель преломления при $T=23^{\circ}\text{C}$	показатель преломления при $T=70^{\circ}\text{C}$	показатель преломления при $T=23^{\circ}\text{C}$	коэффициент экстинкции
Коричневый	1,3359	1,3354	1,3325	0,0006
Серый	1,3350	1,3340	1,3376	0,0001
Зеленый	1,3349	1,3346	1,3368	0,0003
Синий	1,3335	1,3330	1,3322	0,0012
Оранжевый	1,3334	1,3336	1,3325	0,0006
Розовый	1,3344	1,3343	1,3344	0,0002
Желтый	1,3331	1,3335	1,3283	0,0001

Таблица. Результаты измерений показателя преломления красителей

Как видно из таблицы, показатели преломления красителей в нагретом состоянии отличаются от показателей преломления при комнатной температуре в третьем и четвертом знаке после запятой. Для коричневого, серого, зеленого и розового красителей показатель преломления уменьшается на 3, 5, 10 единиц четвертого знака соответственно, и показатели преломления, измеренные на длине волны 632,8 нм при помощи эллипсометра, различаются в третьем знаке после запятой. Исходя из этого, можно сказать, что дисперсия показателя преломления красителей незначительна, однако, проникая в поверхностный слой полимерного материала, она будет менять показатель преломления поверхности. Коэффициент экстинкции позволяет оценить поглощение на длине волны 632,8 нм и необходимую толщину слоя красителя в окрашенной полимерной линзе.

Заключение

В ходе исследования спектральных свойств дисперсных красителей для поверхностного окрашивания полимерных линз были получены коэффициенты пропускания красителей в широком диапазоне длин волн 200–3000 нм. Спектральные характеристики поверхностно окрашенных полимерных линз повторяют спектральные характеристики красителей. Поэтому, зная спектральные характеристики красителей, можно заранее оценить характер спектральной кривой предполагаемой цветной линзы, окрашенной при помощи дисперсных красителей.

Так как окрашивание проводится в нагретых до температуры 70–96°C растворах красителей, были исследованы показатели преломления красителей при комнатной

температуре и температуре 70°C. Нагрев раствора красителя приводит к уменьшению показателя преломления на несколько единиц четвертого знака после запятой. Измерения, проведенные на разных установках, подтверждают друг друга.

В дальнейшем планируется изучить вопрос изменения параметров поверхностного слоя линзы после окрашивания и определения глубины проникновения красителя в слой полимерного материала.

Выражаю благодарность научному руководителю, заведующему кафедрой оптических технологий, д.т.н., профессору Э.С. Путилину.

Литература

1. Щербакова О.В. Окрашивание полимерных очковых линз. – М.: Центр поддержки оптического бизнеса, 1998. – 46 с.
2. Ферридэй А. Тонирование очковых линз красителем ВРІ // Веко. – 1998. – № 4 (16). – С. 18–19.
3. Рефрактометр ИРФ-454 БМ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Г 34.15.051 ТО.

Пруненко Елена Константиновна – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, аспирант, prunenکو@pochta.ru